

69153 - Modeling and Simulation of Appearance

Información del Plan Docente

Año académico: 2021/22

Asignatura: 69153 - Modeling and Simulation of Appearance

Centro académico: 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

Titulación: 615 - Máster Universitario en Robótica, Gráficos y Visión por Computador/Robotics, Graphics and Computer Vision

Créditos: 6.0

Curso: 1

Periodo de impartición: Primer semestre

Clase de asignatura: Obligatoria

Materia:

1. Información Básica

1.1. Objetivos de la asignatura

El objetivo de la asignatura es el aprendizaje de las técnicas computacionales para simular por computador el transporte de luz y la apariencia del mundo real, de una manera físicamente plausible, con el objetivo de generar imágenes fotorrealistas. Para ello, la asignatura se centrará en los fundamentos físicos y matemáticos que definen la apariencia del mundo, la definición de modelos virtuales de dicha apariencia, y las principales técnicas computacionales que permiten generar imágenes a partir de dichos modelos.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todo
 - Meta 8.2 Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra
 - Meta 8.3 Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros.
 - Meta 8.6 De aquí a 2030, reducir considerablemente la proporción de jóvenes que no están empleados y no cursan estudios ni reciben capacitación"
- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras
 - Meta 9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo

1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La informática gráfica y específicamente los modelos físicos que definen la apariencia son fundamentales para la generación de imágenes sintéticas (con múltiples aplicaciones en cine, videojuegos, arquitectura, diseño industrial, fabricación computacional o publicidad). Adicionalmente los modelos de transporte de luz son la base

de la fotografía computacional, de técnicas avanzadas de procesamiento computacional de imágenes, y la realidad virtual y aumentada (asignaturas posteriores de la asignatura). Por último, los modelos de apariencia directos son también clave para comprender sus problemas inversos, dentro de la visión por computador.

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

La asignatura tiene una fuerte carga de programación orientada a objetos, por lo que se requieren conocimientos previos de programación. Además, se suponen conocimientos básicos de álgebra lineal y cálculo numérico.

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

Competencias básicas y generales:

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
- CG01 - Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en los ámbitos de la Robótica, Gráficos y/o Visión por Computador, que les permitan ser innovadores en un contexto de investigación, desarrollo e innovación.
- CG02 - Capacidad para aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados
- CG03 - Capacidad para evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso
- CG04 - Capacidad para predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad
- CG05 - Capacidad para transmitir en inglés, de manera oral y escrita, de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan.
- CG06 - Haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.
- CG07 - Capacidad para asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su

- especialización en uno o más campos de estudio.
- CG08 - Poseer las aptitudes, destrezas y método necesarios para la realización de un trabajo de investigación y/o desarrollo de tipo multidisciplinar en los ámbitos de la Robótica, Gráficos y/o Visión por Computador.
 - CG09 - Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la resolución de problemas de los ámbitos de la Robótica, Gráficos y/o Visión por Computador.
 - CG10 - Capacidad para comprender, relacionar con el estado del arte y evaluar críticamente publicaciones científicas en los ámbitos de la Robótica, Gráficos y/o Visión por Computador.
 - CG11 - Capacidad para gestionar y utilizar bibliografía, documentación, bases de datos, software y hardware específicos de los ámbitos de la Robótica, Gráficos y/o Visión por Computador.
 - CG12 - Capacidad para trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe

Competencias específicas:

- CE01 - Capacidad para aplicar métodos matemáticos y de inteligencia artificial para modelar, diseñar y desarrollar sistemas y aplicaciones de Robótica, Gráficos y Visión por Computador.
- CE03 - Capacidad para comprender los fenómenos de transporte de luz y aplicarlos al desarrollo de nuevas técnicas de imagen computacional.
- CE05 - Capacidad para concebir, diseñar y desarrollar software, productos y sistemas en el ámbito de los gráficos por computador.
- CE09 - Capacidad para desarrollar de forma autónoma un trabajo de iniciación a la investigación y/o desarrollo en el ámbito de la robótica, gráficos, o visión por computador, en el que se sintetizen e integren las competencias adquiridas en la titulación.
- CE13 - Capacidad para aplicar sistemas de computación de altas prestaciones o métodos numéricos o computacionales a problemas de robótica, gráficos y/o visión por computador.

2.2. Resultados de aprendizaje

El alumno deberá ser capaz de:

- Comprender los distintos tipos de procesos físicos del transporte de luz.
- Comprender los modelos que definen la apariencia y el transporte de luz en medios y superficies.
- Comprender, analizar y explicar técnicas computacionales para resolver los modelos de apariencia y transporte de luz.
- Diseñar y desarrollar sistemas de renderizado basados en integración por Monte Carlo.
- Diseñar e implementar algoritmos que resuelvan modelos de apariencia de materiales.
- Analizar las limitaciones y evaluar las prestaciones de diferentes algoritmos de renderizado.

2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Dentro del campo de la informática gráfica, la capacidad para modelar y simular el transporte de luz es la base para la generación de imágenes sintéticas fotorrealistas. Esto es fundamental en múltiples aplicaciones, incluyendo entretenimiento, arquitectura, diseño industrial, publicidad, fabricación computacional, y recientemente en técnicas de aprendizaje automático y visión por computador. Así mismo, los modelos físicos aprendidos en la asignatura tienen aplicación en otras disciplinas científico-técnicas, incluyendo sensores remotos, ciencias atmosféricas o imagen médica. Esta disciplina es compleja, es resultado de la combinación de informática de altas prestaciones, matemática aplicada, y física computacional.

3. Evaluación

3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

Trabajos dirigidos y proyecto final (70%): Se realizarán un conjunto de prácticas guiadas a lo largo del curso, con un valor total del 20% de la nota, así como un proyecto final relacionado con la temática de la asignatura que será el 50% de la nota final.

Presentaciones (20%): Se realizarán una serie de presentaciones, seguidas de turnos de preguntas, a lo largo del curso, centradas en diversos temas relacionados con la asignatura. Se valorará positivamente la participación en la discusión de la ronda de preguntas.

Examen de evaluación (10%): Se realizará un examen al final de curso, a fin de evaluar los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo del curso.

Para superar la asignatura habrá que sacar un mínimo de 4/10 en cada una de las partes de la asignatura, y tener una nota media ponderada superior a 5/10. En caso de no superar alguna de las partes, la nota será el máximo entre 4/10 y la media ponderada.

En caso de renunciar a la evaluación continua, los alumnos tendrán que entregar a final de curso los trabajos dirigidos y el proyecto final (80%) y se someterán a examen para el restante 20%.

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. Presentación metodológica general

La metodología está orientada a conseguir los resultados de aprendizaje y las competencias descritas anteriormente. El proceso de enseñanza-aprendizaje se llevará a cabo a través de múltiples actividades: clases magistrales y charlas de expertos (exposición de contenidos), clases de problemas (ejemplos y casos prácticos con participación activa de los estudiantes), prácticas de laboratorio (en grupos reducidos, con herramientas de simulación o sistemas reales) y la realización de trabajo práctico y estudio tutelado por los profesores.

Más detalles relativos al desarrollo de la asignatura se concretarán el primer día de clase.

4.2. Actividades de aprendizaje

El curso consiste en 6 créditos ECTS que corresponden a una dedicación estimada del estudiante de 150 distribuida así:

- Clases teóricas: Se explicarán los conceptos teóricos de la asignatura y se desarrollarán ejemplos prácticos ilustrativos como apoyo a la teoría cuando se crea necesario. (30h)
- Clases prácticas: Se realizarán problemas y casos prácticos como complemento a los conceptos teóricos estudiados. (12h)
- Prácticas de laboratorio: Se realizarán una serie de trabajos guiados tutorizados por el profesor. (6h)
- Estudio y asimilación de la teoría expuesta en las clases magistrales. (30h)
- Trabajos de aplicación o investigación prácticos (60h).
- Tutela personalizada profesor-alumno (7h)
- Pruebas de evaluación (5h).

4.3. Programa

1. Física del transporte de luz
2. Trazado de rayos
3. Modelos de apariencia

4. Métodos de Monte Carlo
5. Iluminación directa e iluminación global
6. Transporte de luz en medios participativos
7. Métodos bidireccionales
8. Denoising, efectos distribuidos y post-proceso
9. Render en producción
10. Render diferenciable y aplicaciones a problemas inversos

La secuenciación de los temas y su contenido pueden variar ligeramente en función de las novedades que se presenten a lo largo del año tanto por parte de la industria como en el ámbito académico

4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

El calendario de la asignatura estará definido por el centro en el calendario académico del curso correspondiente. El calendario detallado de actividades estará disponible en Moodle, y se presentará el primer día de clase.

4.5. Bibliografía y recursos recomendados

- Eric Veach. Robust Monte Carlo Methods for Light Transport Simulation. PhD Thesis, Stanford, 1997. - Libre distribución: https://graphics.stanford.edu/papers/veach_thesis/
- Matt Pharr, Wenzel Jakob, and Greg Humphreys. Physically Based Rendering: From Theory To Implementation. Third Edition, 2018. - Libre distribución: <http://www.pbr-book.org/>